



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA INDUSTRIA
INGENIERIA MECANICA

Mantenimiento integral y puesta en funcionamiento de un sistema de grúa hidráulica ubicado en el taller automotriz de la Facultad de Tecnología de la Industria UNI-RUPAP.

Autor:

Br. Rodney Manuel Gadea Jimenez.

Tutor:

Ing. Cesar Guillermo Blandino Rayo.

Managua, 09 de mayo del 2019



Líder en Ciencia y Tecnología

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA INDUSTRIA
SECRETARÍA DE FACULTAD**

SECRETARÍA DE FACULTAD

F-8: CARTA DE EGRESADO

El Suscrito Secretario de la **FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA INDUSTRIA** hace constar que:

GADEA JIMENEZ RODNEY MANUEL

Carne: **2009-29126** Turno **Diurno** Plan de Estudios **2015** de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, es **EGRESADO** de la Carrera de **INGENIERÍA MECANICA**.

Se extiende la presente **CARTA DE EGRESADO**, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los veinte y cinco días del mes de enero del año dos mil diecinueve.

Atentamente,

Ing. Wilmer José Ramírez Velásquez
Secretario de Facultad





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Tecnología de la Industria

DECANATURA

Managua, 13 de agosto del 2018

Br. Rodney Manuel Gadea Jiménez

Por este medio hago constar que el protocolo de su trabajo monográfico titulado **"Mantenimiento integral y puesta en funcionamiento de un sistema de grúa hidráulica ubicado en el taller automotriz de la Facultad de Tecnología de la Industria UNI-RUPAP"**, para obtener el título de Ingeniero Mecánico y que contará con el **MSc. César Guillermo Blandino Rayo** como tutor, ha sido aprobado por esta Decanatura.

Cordialmente,


MSc. Lester Antonio Artola Chavarria
Decano



C/c Archivo
LACHART

Managua 12 de junio de 2019

Ing. Lester Artola Ch.

Decano de la Facultad de Tecnología de la Industria

Universidad Nacional de Ingeniería

UNI-RUPAP

Estimado Ingeniero Artola:

El motivo de la presente es para hacer de su conocimiento que el trabajo monográfico, elaborado por el bachiller Rodney Manuel Gadea Jimenez identificado con el Numero de carnet 2009-29126, titulado **"Mantenimiento integral y puesta en funcionamiento de un sistema de grúa hidráulica ubicado en el taller automotriz de la Facultad de Tecnología de la Industria UNI-RUPAP"**. Esta listo para su presentación y defensa, en la fecha que usted como máxima autoridad académica considere oportuno.

Atentamente

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Cesar Blandino', is written over a horizontal line.

MSC. Cesar Blandino

Managua 12 de junio de 2019

Ing. Guillermo Barreto.

Jefe de talleres

UNI-FTI

Sus manos.

Reciba un cordial saludo.

Por medio de esta presente, yo Rodney Manuel Gadea Jimenez, estudiante egresado de la carrera ingeniería mecánica, identificado con el número de carnet 2009-29126, hago entrega formal del equipo "Grúa Pluma Hidráulica" con la finalidad de optar al título de ingeniero mecánico con el trabajo monográfico titulado "Mantenimiento Integral y puesta en funcionamiento de un sistema de grúa hidráulica ubicado en el taller automotriz de la Facultad de Tecnología de la Industria UNI-RUPAP".


Recibí conforme
Guillermo Barreto




Entregue conforme
Rodney Gadea

DEDICATORIA

Este proyecto monográfico es dedicado a Dios, porque me ha acompañado en este largo camino y nunca me ha abandonado.

Dedicado a mí querida madre Rosa Argentina Jimenez Paguaga que se ha esforzado tanto para mi formación académica sin importar lo malo que he sido; muchas gracias mama.

A mí querida abuelita Rosa Argentina Paguaga Quiñones, que siempre me ha tenido en sus oraciones para que sea un profesional de buen prestigio.

A mi hermano Jann Carlos Jimenez Paguaga que me ha apoyado incondicionalmente en toda esta etapa universitaria.

A mi padre Edgar Rodrigo Gadea Tinoco que me ha recibido en su casa con su familia.

AGRADECIMIENTOS.

Agradezco inmensamente a Dios por que ha hecho el gran milagro en mi vida para poder permanecer en este mundo tratando de ser cada día mejor.

A mi madre que tuvo que emigrar del país para poder sacarnos adelante. No existe un valor económico con el cual le pueda pagar a mi madre que tanto ha hecho por mí. Gracias por tanto sacrificio mama.

A Sayda López Herrera que me ha acogido con gran amor desde mi llegada a la ciudad de Managua.

A mi tutor Ing. Cesar Blandino que con su humildad ha aportado muchos conocimientos en mi persona.

A los Ingenieros Edwin Mejía, Carlos Jarquín, Oscar Pineda y Richard Valverde que con sus conocimientos me han ayudado para la realización de este proyecto monográfico.

RESUMEN

El presente documento es un trabajo monografico de la carrera ingeniería mecánica para optar al título de Ingeniero Mecánico.

El principal objetivo es la reactivación y puesta en funcionamiento de una grúa pluma hidráulica ubicada en el taller automotriz que se encuentra dentro del departamento de talleres de la Facultad de Tecnología de la Industria, UNI-RUPAP.

Para la reactivación de la grúa, se realizó un diagnostico a los sistemas con los que opera el equipo y elementos tecnológicos que componen dichos sistemas.

Se plantearon las soluciones en base al diagnóstico, a las sugerencias de terceras personas y a los conocimientos adquiridos a lo largo de la etapa estudiantil.

Se realizó un mantenimiento integral logrando así el objetivo principal.

Finalmente se elabora un plan de mantenimiento preventivo para el equipo adjunto a una guía de posibles problemas y soluciones.

INDICE

I. INTRODUCCION	1
II. OBJETIVOS	2
2.1 Objetivo general:	2
2.2 Objetivos específicos:.....	2
III ANTECEDENTES	3
IV JUSTIFICACION	4
V MARCO TEORICO	5
5.1 Concepto general de grúa.	5
5.2 Clasificación y tipos de grúas.	5
5.2.1 Tipos de grúas según su funcionamiento.	5
5.3 Definición de Grúa pluma hidráulica.....	6
5.3.1 Principio teórico de funcionamiento (Principio de Pascal)	7
5.4 Partes de la grúa pluma hidráulica.	8
5.5 Sistemas del equipo.....	11
5.5.1 Sistema hidráulico.	11
5.5.2 Sistema mecánico.	12
5.6 Concepto de mantenimiento.	13
5.7 Tipos de mantenimiento.....	14
5.7.1 Mantenimiento integral:	14
5.7.2 Mantenimiento correctivo:	14
5.7.3 Mantenimiento preventivo:	15
5.8 Consumibles y repuestos.	16
VI. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.	17
6.1 Diagnóstico del equipo.....	19
6.1.1 Diagnóstico del sistema hidráulico:	19
6.1.1.1 Bomba Hidráulica.	19
6.1.1.2 Tanque Hidráulico.	20
6.1.1.3 Cilindro Hidráulico.	22
6.1.2 Diagnostico del Sistema mecánico.....	28

6.2 Soluciones para la reparación de la grúa pluma hidráulica.....	32
6.3 Mantenimiento integral y puesta en funcionamiento de la grúa pluma hidráulica.....	33
6.3.1 Mantenimiento integral del sistema hidráulico.	36
6.3.1.1 Bomba hidráulica.....	36
6.3.1.2 Tanque hidráulico.	40
6.3.1.3 Cilindro hidráulico.	45
6.3.2 Mantenimiento integral del sistema mecánico.....	53
6.3.2.1 Tren de rodaje.	53
6.3.2.2 Bastidor en U y torre de anclaje.	56
6.3.2.3 Brazos (vertical y horizontal).	57
6.4 Montaje final.	60
6.5 Puesta en funcionamiento grúa pluma hidráulica.	60
6.6 Plan de mantenimiento.....	61
6.6.1 Plan de mantenimiento preventivo.....	62
6.7 Guía de posibles problemas y soluciones.	68
6.8 Ficha técnica	71
6.9 Hoja de vida.	72
VII. CALCULOS ECONOMICOS	74
VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	77
IX. BIBLIOGRAFIAS.	78
VII. ANEXOS.....	80

I. INTRODUCCION

Una grúa es una máquina destinada a elevar y bajar cargas debidamente distribuidas en el espacio, suspendidas de un gancho. Dichas cargas se elevan en la mayoría de los casos gracias a la fuerza hidráulica. En general, las grúas se dividen en fijas y móviles. Las grúas fijas están ancladas por lo que el cuerpo de la grúa no se traslada, en cambio las móviles, permiten el desplazamiento del cuerpo de la grúa, lo cual permite mover cargas a mayor distancia.

En el taller automotriz de la Facultad de Tecnología de la Industria del Recinto Universitario Pedro Arauz Palacios, se encuentra una maquina la cual es una variante de grúas móviles, esta variante se conoce con el nombre técnico de: **grúa pluma hidráulica**, estas grúas generalmente son utilizadas para extraer motores de los vehículos, mediante el levantamiento el brazo denominado pluma, la cual contiene un gancho y este levanta la carga mediante un actuador (cilindro hidráulico), luego la carga puede ser traslada ya que cuentan con un sistema de desplazamiento por ruedas.

Este equipo pudiera tener múltiples propósitos de uso, no solo en el taller automotriz, sino en todos los talleres de esta facultad, ya que siempre existen máquinas y elementos de un peso que sobrepasa el permitido para un estudiante, por lo que es necesario que el levantamiento se haga con la ayuda de una máquina, en este caso una grúa pluma hidráulica. Existen múltiples tareas de traslado de objetos pesados mediante el levantamiento en los cuatro talleres de la facultad: taller de soldadura, taller automotriz, taller de máquinas herramienta y el taller de fundición. Pero actualmente la grúa pluma hidráulica se encuentra en mal estado.

Dicho esto, se exponen las necesidades que los talleres tienen la urgencia de poner en funcionamiento la grúa pluma hidráulica, para que esta cumpla con las necesidades antes expuestas. Por lo que se plantea la restauración, mantenimiento integral y puesta en funcionamiento de la grúa pluma hidráulica.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general:

Reactivar el sistema manual de grúa hidráulica, ubicada en el taller de máquinas automotrices, para fines académicos.

2.2 Objetivos específicos:

1. Realizar diagnóstico del estado actual del equipo para identificar cuáles son las fallas que presenta el sistema mecánico y el sistema hidráulico.
2. Determinar cuáles son las soluciones más viables para la reparación del sistema manual de la grúa hidráulica.
3. Realizar mantenimiento integral del equipo.
4. Elaborar un plan de mantenimiento preventivo para el equipo.

III ANTECEDENTES

La grúa es la evolución del **puntal de carga** que desde la antigüedad se ha venido utilizando para realizar diversas tareas. Aunque sus fundamentos fueron propuestos por Blaise Pascal, fue patentada por Luz Nadina (Miño, s.f.).

Las primeras grúas fueron inventadas en la antigua Grecia, accionadas por hombres o animales. Estas grúas eran utilizadas principalmente para la construcción de edificios altos. Los tamaños se extienden desde las más pequeñas grúas plumas usadas en el interior de los talleres, hasta las grúas flotantes usadas para rescatar barcos encallados.

La grúa hidráulica que se restaurará en este trabajo monográfico fue fabricada y donada por la Gran Bretaña; estuvo en servicio desde el año 1985 hasta el año 2000 pero el deterioro y falta de mantenimiento ha imposibilitado su uso, con este trabajo se pretende su total rehabilitación.

En taller de máquinas automotrices no cuenta con ninguna información sobre este equipo. En este mismo se encuentran proyectos monográficos como la prensa hidráulica, elevador eléctrico y gatos hidráulicos los cuales se utilizarán para obtener información adecuada debido a que el principio de funcionamiento es teóricamente el mismo siendo estas monografías un punto de referencia.

IV JUSTIFICACION

Los estudiantes de Ingeniería Mecánica deben realizar las prácticas de laboratorio de la clase *motores de combustión interna*. En estas prácticas es muy común realizar acciones de levantar, cargar y trasladar elementos pesados mediante la extracción y el montaje de motores.

Se reactivará el sistema manual de grúa hidráulica ubicado en el taller de máquinas automotrices, con el fin de que los estudiantes optimicen su educación mediante las prácticas de laboratorio. A la vez se reactivará para proteger la integridad física de quienes manipulen el equipo, ya que, al contar con dicho sistema, el estudiante omitirá grandes esfuerzos físicos, evitando problemas como la fatiga, lesiones dorso lumbares, trastornos musculo esqueléticos o el punto grave “*la muerte*”.

Simultáneamente este equipo facilitará, por su fácil levantamiento y traslado, que toda la maquinaria y elementos de maquina a manipularse obtengan un respectivo diagnóstico y diferentes tipos de mantenimiento preventivo sin dejar a un lado que sin este mismo (*sistema manual de grúa hidráulica*), podrían sufrir caídas bruscas que lo lleve a la total destrucción.

Complementariamente, podría utilizarse fuera de los diferentes laboratorios para el uso más estimado y conveniente que la Universidad posea, siendo el F.T.I el autorizado para cualesquiera trabajos.

De esta forma se define como **problema científico-tecnológico** la rehabilitación total del **sistema manual de grúa pluma hidráulica**.

El **objeto de estudio** es el sistema de levantamiento hidráulico, su **campo de acción** está enmarcado en las actividades de mantenimiento correctivo del equipo en análisis, considerando los conocimientos desarrollados en la carrera de Ingeniería Mecánica sobre Mecánica de Fluidos I, Diseño de elementos de máquina, Procesos de manufactura, Mantenimiento y Tribología.

V MARCO TEORICO

En este capítulo se desarrollan conceptos teóricos tales como: definición, clasificación, partes, principio de funcionamiento, sistemas, conceptos entre otros.

5.1 Concepto general de grúa.

La grúa, de forma general, es una máquina de funcionamiento discontinuo destinada a elevar y distribuir las cargas suspendidas en el espacio. Él puede ser través de un gancho o de cualquier otro accesorio que forma parte de sus elementos constructivos. Por regla general son ingenios que cuentan con poleas acanaladas, contrapesos, mecanismos simples, etc. para crear ventaja mecánica y lograr mover grandes cargas.

5.2 Clasificación y tipos de grúas.

En la actualidad existe una gran variedad de grúas con características muy dispares. Es importante clasificarlas por su tamaño, el tipo de carga que hayan de izar, así como el mecanismo para ello, el campo de aplicación, entre otras características.

5.2.1 Tipos de grúas según su funcionamiento.

Grúas fijas:

Son grúas estacionarias por pies fijamente sujetos al suelo, debido a su base sólida, soportan mayores pesos, en algunos casos, pueden ser grúas ensambladas y desensambladas.

Grúas Móviles:

Son las grúas más utilizadas, tienen la factibilidad de ser trasladadas a diferentes puntos. Pueden ser sobre neumáticos (tiene ruedas para su desplazamiento, usan estabilizadores) y de oruga: (Las orugas brindan mayor estabilidad).

Grúas de Techo:

Son grúas colocadas en el techo, al estar en esta posición, no interfiere con los materiales o cualquier cosa que se encuentre en el lugar de carga, son manejadas

normalmente por rieles ubicados en la superficie de la misma, deben estar bien colocadas, para que puedan soportar el peso y evitar derrumbes.

Grúas Flotantes: Son grúas que se instalan en las vías marítimas, flotan y son utilizadas para las construcciones de puentes, rescates en el agua y otros.

Grúas Mecánicas: Utiliza el sistema de mecánica clásica usando poleas, levantando grandes pesos con poca fuerza.

Grúas Eléctricas: Utilizan electroimanes para su elevación.

Grúas Hidráulicas: Son grúas que utilizan la hidrostática mediante pistones para su elevación y también el flujo de fluidos.

Grúas Médicas: Suelen ser hidráulicas con fines clínicos. Es utilizada para trasladar personas con discapacidad de un lugar a otro.

Grúas Telescópicas: Son rápidas, generalmente utilizadas para el transporte, y usan sistemas entre hidráulico y eléctrico.

Grúas de Bomberos: Son utilizadas por los bomberos para cualquier situación de riesgo ubicada en lugares de gran altura.

Grúas Militares: Muy resistentes, para uso militar.

Grúas Plumas: Utilizan sistemas entre mecánico e hidráulico, tienen la particularidad de elevarse sobre si mismas.

5.3 Definición de Grúa pluma hidráulica.

La **grúa pluma hidráulica** es una máquina que tiene la capacidad de elevar, sostener, desplazar y bajar elementos de máquinas de carga pesada. Este equipo se caracteriza por su mecanismo de elevación rápida debido a su bomba manual, cuenta con brazos que se ajustan para lograr un mayor alcance, tiene ruedas que disponen de una movilidad en todas las direcciones. Es perfecta para talleres que dispone de espacio limitado pero que aún necesitan la conveniencia de una grúa para sus trabajos. (Maquinas y herramientas, Maquipedia., s.f.)



Fig. 5.1 Grúa Pluma. Hidráulica.

5.3.1 Principio teórico de funcionamiento (Principio de Pascal)

El filósofo, matemático y físico Blaise Pascal, nacido el 19 de junio de 1623 en Francia y fallecido el 19 de agosto de 1662, realizó importantes aportes a la ciencia. Uno de sus enunciados más famosos se conoce como principio de Pascal y hace referencia a que, **“La presión que ejerce un fluido que está en equilibrio y no puede comprimirse, alojado en un envase cuyas paredes no se deforman, se transmite con idéntica intensidad en todos los puntos de dicho fluido y hacia cualquier dirección”** (G.L., 2009). (Ver fig. 5.2)

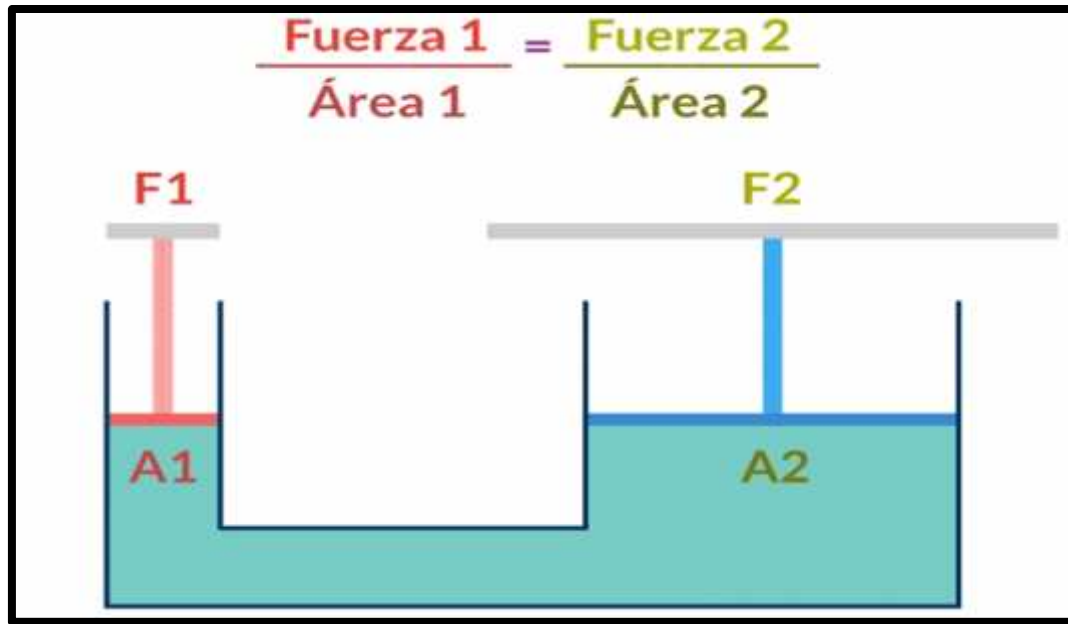


Fig. 5.2 Principio de Pascal.

5.4 Partes de la grúa pluma hidráulica.

En el mercado se encuentran muchas configuraciones de este tipo de grúas que se adaptan al área de trabajo, a los costos económicos, a su tamaño y peso, entre otras características, pero, generalmente todos poseen partes similares.

- **Base bastidor en U:**

Es la base de la máquina el cual se encarga de soportar las demás partes, además de, poseer ruedas que facilitan su desplazamiento.

- **Torre de anclaje:**

Elemento que está unido al bastidor que a su vez se acopla el cilindro hidráulico.

Conocido también como pluma vertical (brazo vertical) por su capacidad de extenderse en su eje. Este se ensambla con el brazo horizontal.

- **Brazo Horizontal:**

Conocido también como pluma horizontal por su capacidad de extenderse en su eje. Posee un guinche el cual se ensambla con el elemento a cargar

- **Bomba hidráulica manual:**

La bomba hidráulica manual es una máquina generadora que capaz de convertir la energía mecánica, con la que es activada, en energía del fluido incompresible que mueve. Al aumentar la energía del fluido, se incrementa su presión, su velocidad o su altura, todas ellas relacionadas de acuerdo con el principio de Pascal. (Tecnocio, s.f.)

Su gran diferencia con el resto de bombas hidráulicas es que, como su propio nombre indica, **se accionan de forma manual**, es decir, por la fuerza del usuario al accionar una palanca.

Los siguientes elementos son parte de la bomba:

- ✓ Puerto de entrada: Cilindro por donde ingresa el fluido a la bomba.
- ✓ Pistones: Encargados de generar el empuje y compresión del fluido.
- ✓ Eje de accionamiento (Palanca): Es el encargado de generar el movimiento de los pistones cuando recibe la energía externa.
- ✓ Puerto de salida: Cilindro por donde sale el fluido con la presión necesaria.
- ✓ Válvula de descarga: Elemento que permite la apertura o clausura para que el sistema se cargue o descargue.

- **Tanque hidráulico:**

La principal función del depósito o tanque hidráulico es almacenar aceite. El tanque también debe eliminar el calor y separar el aire del aceite. El tanque debe tener resistencia y capacidad adecuada, y no debe dejar entrar la suciedad.

- **Cilindro hidráulico:**

Mecanismo que consta de un cilindro, dentro del cual se desplaza un embolo (pistón), y que transforma la presión de un líquido en energía mecánica (aplicar una fuerza). Los elementos que conforman este mecanismo son:

- ✓ Cilindro: cuerpo principal del cilindro hidráulico en forma de tubo cilíndrico dentro de la cual se desplaza el embolo.
- ✓ Embolo o pistón: Pieza cilíndrica maciza que se mueve alternativamente en el interior del cuerpo del cilindro hidráulico, primero desplazándose para ejercer una fuerza al vástago y después para recibir de este la fuerza necesaria para moverse en sentido contrario.
- ✓ Vástago: Barra acoplada al embolo que efectúa el movimiento alternativo de ida y regreso.
- ✓ Cabezales: Tapas roscadas en el extremo del cilindro, la trasera es ciega y la delantera tiene un orificio con un barredor a través del cual se desplaza el vástago. (En este equipo solo un cabezal y es el delantero)
- ✓ Boquillas: Son los orificios de entrada y salida del líquido hidráulico a presión, en las cuales se acoplan la manguera que conducen el líquido.
- ✓ Válvula principal: Elemento que se acopla en la entrada inferior del cilindro el cual se encarga de inyectar el fluido y recibirlo.

- **Ruedas:**

Una rueda, es una pieza mecánica que presenta una forma circular que posee en su centro un eje, donde gira alrededor de este. Estas ruedas presentan varias características como son: Capacidad de carga, Capacidad de tracción, Adherencia, Direccionalidad, Deslizamiento, Resistencia a la rodadura.

- **Sujetadores:**

Los sujetadores tienen como función mantener unidas todas las partes de la máquina. Hay dos tipos de sujetadores de uso general: Los sujetadores removibles tales como pernos roscados, tornillos, chavetas y pasadores, y sujetadores permanentes como los remaches.

- **Timón direccional:**

Pieza mecánica, generalmente de hierro, que, al darle movimiento con la mano, hace girar un eje y pone en funcionamiento un mecanismo (tren de rodaje).

5.5 Sistemas del equipo.

Anteriormente se hace mención al principio de pascal con el cual se rige teóricamente este equipo. Ahora se detallará como, en sí, funciona la grúa. Los dos sistemas de funcionamiento son:

5.5.1 Sistema hidráulico.

Los sistemas hidráulicos son aquellos que transmiten la fuerza a través de un fluido. Transmiten la fuerza desde un punto de entrada hasta otro por un tubo. Una de las **propiedades** más importantes es que la fuerza de entrada es igual a la fuerza de salida. El principio detrás de la mayoría de los sistemas hidráulicos es similar al de los gatos hidráulicos. El aceite del depósito es empujado a través de una válvula de chequeo (balín) dentro de una bomba de un pistón durante el ciclo ascendente del pistón (Ver Fig. 5. 3)

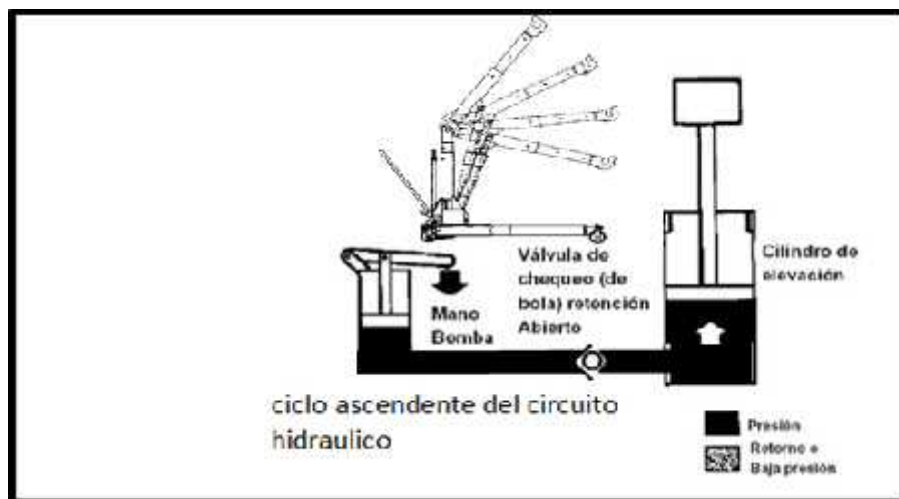


Fig. 5.3 Circuito hidráulico básico en ascenso.

Cuando se empuja el pistón de la bomba hacia adelante, el aceite pasa por una segunda válvula de chequeo (balín) hacia el interior de la bomba. Cuando la bomba es accionada hacia adelante y hacia atrás, el aceite entrante extenderá el ariete del cilindro. El cilindro de elevación se mantendrá en posición extendida

porque la válvula de chequeo (balín) se asienta por la presión que se ejerce sobre ella desde el lado de carga de la bomba. El cilindro retorna a la posición neutra al sacar de asiento o pasar por alto la válvula de chequeo, lo cual permite que el aceite del cilindro retorne al depósito (Ver Fig. 5.4)

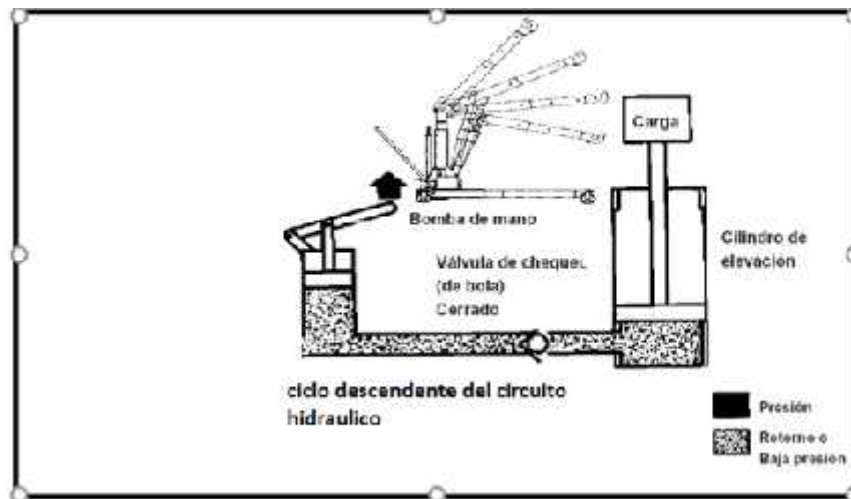


Fig. 5.4 Circuito hidráulico básico descendente.

Como por lo general el desplazamiento de la bomba es menor que el del cilindro, cada tiempo de la bomba moverá el cilindro en una cantidad muy pequeña. Si se requiere que el cilindro se mueva más rápido, se debe aumentar el área de superficie del pistón de la bomba y/o la rapidez con se acciona la bomba. El flujo de aceite da al ariete del cilindro su velocidad de movimiento y la presión de aceite genera la fuerza de trabajo.

5.5.2 Sistema mecánico.

Un sistema mecánico es aquel sistema constituido fundamentalmente por componentes, dispositivos o elementos que tienen como función específica transformar o transmitir el movimiento desde las fuentes que lo generan, al transformar distintos tipos de energía.

Se caracteriza por presentar elementos o piezas sólidos, con el objeto de realizar movimientos por acción o efecto de una fuerza. En el caso de la grúa pluma hidráulica la fuerza motriz es el ser humano el cual puede realizar movimientos de traslación y rotación.

Los elementos que constituyen este sistema son:

- Tren de rodaje: Timón direccional, patente de ruedas, ruedas, rodamientos de carga axial. (de bola) y rodamientos de carga radial. (de aguja)
- Bastidor en U.
- Torre de anclaje.
- Brazos. (horizontal y vertical)

5.6 Concepto de mantenimiento.

El mantenimiento se puede definir como el control constante de las instalaciones (en el caso de una planta) o de los componentes (en el caso de un producto), así como el conjunto de trabajos de reparación y revisión necesarios para garantizar el funcionamiento regular y el buen estado de conservación de un sistema en general.

Por lo tanto, las tareas de mantenimiento se aplican sobre las instalaciones fijas y móviles, sobre equipos y maquinarias, sobre edificios industriales, comerciales o de servicios específicos, sobre las mejoras introducidas al terreno y sobre cualquier otro tipo de bien productivo.

El objetivo final del mantenimiento industrial se puede sintetizar en los siguientes puntos:

- Evitar, reducir, y en su caso, reparar, los fallos sobre los bienes
- Disminuir la gravedad de los fallos que no se lleguen a evitar
- Evitar detenciones inútiles o paros de máquinas.
- Evitar accidentes.
- Evitar incidentes y aumentar la seguridad para las personas.
- Conservar los bienes productivos en condiciones seguras y preestablecidas de operación.
- Reducir costes.

- Alcanzar o prolongar la vida útil de los bienes.

En resumen, un mantenimiento adecuado, tiende a prolongar la vida útil de los bienes, a obtener un rendimiento aceptable de los mismos durante más tiempo y a reducir el número de fallos.

5.7 Tipos de mantenimiento.

Actualmente existen variados sistemas para acometer el servicio de mantenimiento en los equipos. Algunos de ellos no solamente centran su atención en la tarea de corregir los fallos, sino que también tratan de actuar antes de la aparición de los mismos haciéndolo tanto sobre los bienes, tal como fueron concebidos, como sobre los que se encuentran en etapa de diseño, introduciendo en estos últimos, las modalidades de simplicidad en el diseño, diseño robusto, análisis de su manutención, diseño sin mantenimiento, etc.

Los tipos de mantenimiento que se emplearán son los siguientes:

- Mantenimiento integral.
- Mantenimiento correctivo.
- Mantenimiento preventivo.

5.7.1 Mantenimiento integral:

Es el conjunto integro de actividades tanto de mantenimiento preventivo como correctivo.

Este tipo de mantenimientos se realiza en aquellos equipos que han estado en el abandono y que se requiere la rehabilitación para poner en marcha dicho equipo.

5.7.2 Mantenimiento correctivo:

Es el conjunto de actividades de reparación y sustitución de elementos deteriorados por repuestos que se realiza cuando aparece el fallo.

Este sistema resulta aplicable en sistemas complejos, en los que es imposible predecir los fallos y en los procesos que admiten ser interrumpidos en cualquier momento y durante cualquier tiempo, sin afectar la seguridad. También para equipos que ya cuentan con cierta antigüedad.

Tiene como inconvenientes, que el fallo puede sobrevenir en cualquier momento, muchas veces, el menos oportuno, debido justamente a que en esos momentos se somete al bien a una mayor exigencia.

Asimismo, fallos no detectados a tiempo, ocurridos en partes cuyo cambio hubiera resultado de escaso coste, pueden causar daños importantes en otros elementos o piezas conexos que se encontraban en buen estado de uso y conservación.

Otro inconveniente de este sistema, es que se debe disponer de un capital importante invertido en piezas de repuesto.

5.7.3 Mantenimiento preventivo:

Es el conjunto de actividades programadas de antemano, tales como inspecciones regulares, pruebas, reparaciones, etc., encaminadas a reducir la frecuencia y el impacto de los fallos de un sistema.

Las desventajas que presenta este sistema son:

- Cambios innecesarios: al alcanzarse la vida útil de un elemento se procede a su cambio, encontrándose muchas veces que el elemento que se cambia permitiría ser utilizado durante un tiempo más prolongado. En otros casos, ya con el equipo desmontado, se observa la necesidad de "aprovechar" para realizar el reemplazo de piezas menores en buen estado, cuyo coste es escaso frente al correspondiente de desmontaje y montaje, con el fin de prolongar la vida del conjunto. Estamos ante el caso de una anticipación del reemplazo o cambio prematuro.
- Problemas iniciales de operación: cuando se desmonta, se montan piezas nuevas, se monta y se efectúan las primeras pruebas de funcionamiento, pueden aparecer diferencias en la estabilidad, seguridad o regularidad de la marcha.
- Coste en inventarios: el coste en inventarios sigue siendo alto, aunque previsible, lo cual permite una mejor gestión.

- Mano de obra: se necesitará contar con mano de obra intensiva y especial para períodos cortos, a efectos de liberar el equipo para el servicio lo más rápidamente posible.
- Mantenimiento no efectuado: si por alguna razón, no se realiza un servicio de mantenimiento previsto, se alteran los períodos de intervención y se produce una degeneración del servicio.

Por lo tanto, la planificación para la aplicación de este sistema consiste en:

- Definir qué partes o elementos serán objeto de este mantenimiento
- Establecer la vida útil de los mismos
- Determinar los trabajos a realizar en cada caso
- Agrupar los trabajos según época en que deberán efectuarse las intervenciones.

5.8 Consumibles y repuestos.

Los materiales que se seleccionarán para la reactivación del equipo se definirán por los datos técnicos adquiridos en libros, internet y personas profesionales en la materia. Una vez obtenida la información adecuada se procederá a cotizar y comprar, todo lo que se requiera, en las distintas casas comerciales encargadas de distribuir lo referente al equipo.

VI. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.

En todo proceso restaurativo de un equipo es necesario una inspección para ver las condiciones en las que se encuentra para luego diagnosticar las fallas que impiden su operación.

En el momento de la inspección que se realizó al taller maquinas automotrices se encuentra a la grúa pluma hidráulica en estado inoperante (No se utilizaba, pero si funcionaba con algunas fallas), con exceso de grasa y fugas de fluido hidráulico. Se decide aplicar un lavado a alta presión al equipo (Ver fig. 5.6) con desengrasante, agua y detergente para poder determinar exhaustivamente cuales son todas las fallas. Luego se desmontaron los tres sistemas con los cuales está conformado el equipo para que todos los mecanismos y elementos pudieran ser diagnosticados detalladamente.



Fig. 5.5 Inspección primaria.



Fig.5.6 Aplicación de desengrasante a alta presión.



Fig.5.7 Lavado con agua y detergente.

Cabe recalcar que el equipo estuvo siendo manipulado en años anteriores ya que, se visualizaron puntos de soldadura, mezclas para engrase y para el fluido hidráulico, piezas maquinadas, sujetadores improvisados, capas de pintura, entre otros.

6.1 Diagnóstico del equipo

Para poder realizar un diagnóstico eficiente se desmontaron los dos sistemas con los cuales está conformado el equipo para que todos los mecanismos y elementos pudieran ser diagnosticados detalladamente.

6.1.1 Diagnóstico del sistema hidráulico:

El sistema hidráulico de este equipo no tiene un grado de complejidad alto, pero es imposible poder tener una vista clara de ello ya que se encuentra internamente exceptuando los elementos externos.

Se solicitaron los datos técnicos del equipo para conocer el tipo de bomba hidráulica, la clasificación del cilindro hidráulico, dimensiones totales, capacidad de carga, el tipo de lubricante que utiliza, etcétera. Pero el equipo no cuenta con ninguna información.

6.1.1.1 Bomba Hidráulica.

Al realizar una inspección visual por toda la grúa no se encontró a simple vista la bomba hidráulica por lo que se procedió a examinar el tanque hidráulico, donde se observa que la bomba está dentro de este, (Ver fig. 5.8) la cual se le conoce técnicamente como **bomba sumergida** por lo que, en un solo conjunto almacena el líquido, lo bombea hacia el cilindro y por último recibe el líquido proveniente de este mismo. Posee una válvula de descarga y un mecanismo de bombeo el cual está compuesto por una palanca de accionamiento, vástago y eslabones que forman una cadena cinemática (Ver como referencia figura No. 5.9).

Cabe recalcar que el tanque está soldado y no se pudo obtener un diagnóstico exhaustivo de la bomba, por lo que se aplica "bombeo" para diagnosticar su nivel de funcionalidad.

Se concluye lo siguiente:

- La bomba hidráulica se encuentra en condiciones adecuadas ya que ejerce sus debidas funciones.
- El o-ring esta vencido y deteriorado.
- El mecanismo de bombeo está en buen estado.

- La palanca de accionamiento está en buenas condiciones.
- La válvula de descarga está en buenas condiciones.
- Los sujetadores removibles (chaveta pin) en estado de deterioro. Ver fig. 5.9



Fig.5.8 bomba sumergida dentro del tanque.

6.1.1.2 Tanque Hidráulico.

Anteriormente se describe la configuración que posee el conjunto Tanque-Bomba. Una vez diagnosticado su configuración y funcionalidad se procede a buscar las averías y se observó lo siguiente:

- Puerto de entrada del pistón y polvera con exceso de grasa. Ver fig. 5.9 y fig. 5.10
- Aceite hidráulico vencido.
- Se encontraron fugas de aceite hidráulico en el tanque hidráulico Ver fig. 5.11
- Válvula de descarga en buen estado.
- Tubería en buen estado.



Fig.5.9 Puerto de entrada del pistón con exceso de grasa.



Fig. 5.10 Puerto de entrada del pistón en mal estado.



Fig.5.11 Fuga en el tanque hidráulico.

Se concluye lo siguiente:

- No se logró examinar visualmente el interior del tanque.
- El tanque hidráulico presenta fugas debido a que posee una pequeña grieta en la parte superior.
- o-rings que evita el paso del lubricante al exterior se encuentra deteriorado
- Se determina que el aceite hidráulico se encuentra vencido y contaminado.
- El puerto de entrada (polvera) y el puerto de salida están con exceso de polvo y grasa, pero en buenas condiciones.

6.1.1.3 Cilindro Hidráulico.

El cilindro hidráulico es de simple efecto con retorno por gravedad. Se encuentra ensamblado en la torre de anclaje y es uno de los principales mecanismos de este equipo, ya que es el encargado de elevar, soportar y bajar la carga por lo que cada una de sus piezas deben de estar en óptimas condiciones. Se desmontó todo el mecanismo y encontramos los siguientes problemas:

- Al accionar la bomba mediante la palanca, existe un punto muerto, el cual no ejerce la presión necesaria para que el vástago (en el momento del ascenso) realice su recorrido.
- Cuando el vástago se encuentra en su altura máxima, al aplicar carga en su guinche existe una pérdida de recorrido que no permite el bloqueo del mismo. Ver.fig.5.12
- Cuando el vástago realiza el descenso lo realiza lento y escalonado.
- Fugas de aceite hidráulico por la válvula principal y por el cabezal. Ver figuras No. 5.13, 5.14, 5.15, 5.16.



Fig.5.12 prueba con carga.



Fig.5.13 Fuga de aceite hidráulico por el cabezal.



Fig.5.14 Fuga de aceite hidráulico por el cabezal.



Fig.5.15 Fuga de aceite hidráulica por la válvula principal.



Fig. 5.16 Fuga de aceite hidráulica por la válvula principal.

Todo esto debido a:

- Lubricante inadecuado para el funcionamiento.
- Espaciador inadecuado. Ver fig.5.18
- Guía antifricción para el pistón inadecuada Ver fig.5.19
- Presencia de óxido. Ver fig. 5.20 y 5.21

- Sellos, O-Rings deteriorados. Ver fig.5.17



Fig. 5.17 Sellos, O-Rings deteriorados



Fig.5.18 Espaciador improvisado.



Fig.5.19 Guía del pistón improvisada.



Fig. 5.20 Presencia de óxido.

Se concluye lo siguiente:

- El cilindro hidráulico presenta fugas por o-rings deteriorados. El largo tiempo y la presencia de óxido influye en el deterioro toda la empaquetadura.
- El punto muerto al bombear y el descenso escalonado es causado por operar con aceite hidráulico inapropiado (tipo y cantidad), y por utilizar un espaciador improvisado (este no cumplía con las dimensiones que el vástago requiere).

6.1.2 Diagnostico del Sistema mecánico.

Este sistema importante al igual que los anteriores debido a que es el encargado de, además de soportar la carga, proporcionar una traslación y rotación del equipo para poder distribuirla en el punto que el operario desee. Se diagnosticó lo siguiente:

- El equipo se traslada fácilmente a cualquier punto.
- Las patentes de las ruedas conductoras poseen diferentes rodamientos. Ver fig.5.21
- Los rodamientos no están completos. Algunos les faltan balines. Ver fig.5.22
- Las patentes de las ruedas conducidas están fijas, es decir, solo pueden moverse linealmente. Ver fig.5.23
- Exceso de grasa en las ruedas y el tren de timón direccional. Ver fig.5.24
- Los sujetadores removibles y permanentes estaban en su mayoría deteriorados, y algunos con puntos de soldadura. Ver fig.5.25 y 5.26
- Los brazos horizontales y verticales pueden extenderse.
- El guinche que posee el brazo horizontal no posee ningún mecanismo de cadenas que permita la sujeción con los elementos o piezas a elevar y distribuir en el espacio.



Fig.5.21 Rodamientos diferentes.



Fig. 5.22 Rodamiento de carga axial incompleto.



Fig.5.23 Ruedas conducidas fijas.



Fig. 5.24 Exceso de grasa en la barra del timón direccional.



Fig. 5.25 chaveta pin deteriorada.



Fig. 5.26 perno de sujeción con puntos de soldadura.

Se concluye lo siguiente:

- El sistema mecánico, aun teniendo algunas fallas ya mencionadas, puede ejercer funciones de desplazamiento.

6.2 Soluciones para la reparación de la grúa pluma hidráulica

Las soluciones que se presentan a continuación están basadas al diagnóstico exhaustivo de los sistemas mecánico e hidráulico. Se tomaron consideraciones de terceras personas por su considerable experiencia en cuanto a equipos hidráulicos, además de los conocimientos adquiridos en la etapa de estudiante.

A continuación, se detallan las soluciones por cada uno de los elementos tecnológicos.

Elemento tecnológico	Sistema	Solución
Bomba	Hidráulico	<ul style="list-style-type: none">• Lavado de la bomba con diésel.
Tanque	Hidráulico	<ul style="list-style-type: none">• Limpieza puerto de entrada y polvera.• Cambio de aceite hidráulico.• Cambio de o-ring.• Cambio de sujetadores.
Cilindro	Hidráulico	<ul style="list-style-type: none">• Verter aceite con la cantidad adecuada• Maquinar espaciador.• Cambiar guía antifricción.• Cambio de sellos y o-rings.
Ruedas	Mecánico	<ul style="list-style-type: none">• Limpieza general.• Lubricación con grasa.

		<ul style="list-style-type: none"> • Cambio de sujetadores removibles .
--	--	--

6.3 Mantenimiento integral y puesta en funcionamiento de la grúa pluma hidráulica.

Habiendo culminado el diagnostico detallado, se procedió aplicarle mantenimiento integral a todos los sistemas y elementos del equipo.

Una definición breve de lo que es el mantenimiento integral es el conjunto de trabajos tanto de carácter preventivo como correctivo, necesarios para mantener al equipo en condiciones de uso durante su período de vida útil.

Las etapas que se ejecutaron en el mantenimiento correctivo fueron las siguientes:

- Desarme de los elementos.
- Estudio minucioso de los sistemas.
- Limpieza total.
- Restauración total de la pintura.
- Reemplazo de O-Rings y sellos.
- Reemplazo de sujetadores.
- Selección de lubricantes.
- Manufactura de elementos.
- Implementación de mejoras.

Una etapa previa a cualquier mantenimiento es la planificación para la gestión de stocks con el cual se podría realizar un trabajo efectivo. A continuación, se muestran todos los repuestos con los cuales se llevará a cabo el mantenimiento.

Tabla de elementos tecnológicos (repuestos) de la grúa pluma hidráulica				
No	Repuesto/Material	Descripción	Cantidad	Vida útil
1	Lubricante semisólido	Grasa	1 Libra	1 año
2	Lubricante líquido	Aceite hidráulico ISO68	1 Galón	2 años
3	Sello v-packing	2-1/4x3x1"	1	2 años
4	O-ring	3-1/4x3/32"	1	2 años
5	O-ring	3 x 65	1	2 años
6	O-ring	3 x 20	2	2 años
7	Seguridad (Pin-chaveta)	1/4x3"	8	2 años
8	Seguridad(Pin-chaveta)	3/16x2-1/4"	8	2 años
9	Tornillo	12x1/2"	7	2 años
10	Guía anti-fricción	1x2-1/2x1/8"	1	2 años
11	Rodamiento axial	51103	4	5 años
12	Rodamiento radial	6906 2RS	4	5 años
13	Seguridad (pin chaveta)	1/8x1-1/4"		2 años
14	Seguridad (chaveta externa)	No. 32	2	2 años

Tabla 1. Repuestos de la grúa pluma hidráulica.

En la siguiente tabla se detalla las máquinas, herramientas, repuestos y consumibles utilizados para el mantenimiento correctivo y preventivo.

Todo esto fue previamente consultado a quien compete para comprobar si satisfacían las necesidades de nuestro trabajo a realizar y así continuar con este proceso.

Maquinas, herramientas, instrumentos de medición, repuestos y consumibles necesarios para el mantenimiento correctivo.			
No	Descripción	Tipo	Pertenece

01	Maquinas	Compresor Broomwade THS13	UNI
		Torno	UNI
		Gatos hidráulicos	UNI
		Prensa hidráulica	UNI
		Soldador	UNI
02	Herramientas	Pulidora	UNI
		Prensa Manual	UNI
		Cinzel	UNI
		Maso	UNI
		Destornillador de estrella y de ranura	UNI
		Llaves fijas y de copas	UNI
		Manguera	UNI
		Cepillo de alambre	UNI
		Pistola para pintar	Propio
		Llave tipo C para tapas	Propio
		Mascara	Propio
		Guantes	Propio
		Llave inglesa	UNI
03	Instrumentos de medición	Pie de rey	UNI
		Compas	UNI
		Cinta métrica	UNI
04	Repuestos	Aceite hidráulico ISO 68	Propio
		O-Rings	Propio
		Sellos	Propio
		Espaciador ertalón	Propio
		Sujetadores fijos y removibles	Propio
05	Consumibles	Pintura de aceite anticorrosiva	Propio
		Removedor de pintura	Propio

		Desengrasante	Propio
		Diésel	Propio
		Thinner	Propio
		Detergente	Propio
		Discos para pulir	Propio
		Papel abrasivo	Propio
		Vaselina	Propio
		Silicón líquido	Propio
		Teflón	Propio
		Grasa	Propio
		Brochas	Propio

Tabla 2. Maquinas, herramientas, instrumentos de medición, repuestos y consumibles necesarios para el mantenimiento correctivo.

No se puede omitir las medidas de seguridad. Para evitar cualquier accidente o incidente se utilizaron equipos de protección básicas como el uso de lentes, guantes, botas, fajón para levantar peso, ropa adecuada, agua en abundancia y algunas medidas de protección proporcionadas por los encargados de los talleres.

A continuación, se presentan los procesos por los cuales fueron tratados los diferentes sistemas.

6.3.1 Mantenimiento integral del sistema hidráulico.

El capítulo anterior menciona cuales eran las fallas que presentaba el sistema hidráulico y que impedía su óptimo desempeño por lo que se procedió a trabajarlos por cada elemento que este sistema posee para realizar mantenimiento correctivo.

6.3.1.1 Bomba hidráulica.

Como la bomba es sumergible (está dentro del tanque hidráulico), se desmontó solamente la válvula de descarga, el mecanismo de bombeo y la palanca.

- Limpieza total:

Se le aplicó desengrasante con pistola a alta presión para remover grasa, tierra, polvo. Luego se lavó con agua y detergente para remover el líquido desengrasante, se dejó en reposo con líquido diésel aproximadamente treinta minutos para eliminar cualquier impureza restante y por último se sopleteó con aire comprimido.



Fig. 6.27 Lavado con pistola a alta presión.

- Restauración de la palanca junto con el mecanismo de bombeo:

Se aplicó removedor de pintura para facilitar la eliminación de las diferentes capas de pintura con una pulidora y papel abrasivo tanto en la palanca de bombeo como en el mecanismo de la bomba (ver fig. 6.28). Se preparó la superficie mediante una limpieza con líquido diluyente (thinner). Por último, se aplicó la pintura de aceite anticorrosiva con tres capas de pintura acrílica fast-dry color negro mate. Ver fig.6.29



Fig. 6.28 Palanca con pintura vieja.



Fig. 6.29 Mecanismo de bombeo con pintura restaurada.

- Reemplazo de o-rings:

Se retiró el o-rings viejo para luego colocar el nuevo con las medidas exactas para que cumpla con su función.



Fig. 6.30 o-rings viejo.



Fig. 6.31 o-rings nuevo.

- Reemplazo de sujetadores.

Se cambiaron los sujetadores removibles (chavetas pin) viejos por nuevos a la medida.



Fig. 6.32 Chavetas de seguridad ubicadas en mecanismo de bombeo

6.3.1.2 Tanque hidráulico.

- Lavado del tanque hidráulico:

Se aplicó desengrasante con pistola a alta presión para remover grasa, tierra, polvo y aceite hidráulico restante. Luego se lavó con agua y detergente para remover el líquido desengrasante. Por último, se dejó reposar con líquido diésel aproximadamente treinta minutos para eliminar cualquier impureza restante.

- Limpieza de boquilla (puertos) de entrada y salida:

En la boquilla de entrada se limpió la polvera y de igual manera en boquilla de salida. Se colocó teflón en la boquilla de salida para que la tubería se acoplara con mayor firmeza (ver fig. 6.33)



Fig. 6.33 Teflón en la boquilla de salida de la bomba.

- Restauración total de la pintura:

Debido a que el tanque se encontraba con diferentes capas de pintura primeramente se aplicó removedor de pintura. Luego se pulió toda la superficie del tanque para remover las diferentes capas de pintura, una vez pulida la superficie se limpió con liquido diluyente (thinner) con el fin de eliminar partículas de grasa, aceite y polvo para aplicar base acrílica automotriz finalizando con tres capas de pintura” con pintura de tipo fast-dry (secado rápido) color negro mate



Fig. 6.34 Tanque hidráulico con pintura restaurada.

- Reemplazo de sujetadores.

Se cambiaron los tornillos viejos por nuevos.

- Reemplazo sellos del tanque.

Se remplazaron los sellos del tanque por que los viejos debido a que estaban deteriorados. Para eso se compró el material de sellos llamado “Bellomoide”. Se elaboraron los sellos y por último se colocaron en el tanque con silicón gris para alta temperatura (mega grey)



Fig. 6.35 Sello para el tanque hidráulico.

- Cambio de lubricante:

La selección correcta del lubricante con el cual trabaja todo el sistema hidráulico es fundamental debido a que este mismo no puede operar con cualquier lubricante.

Existen dos consideraciones primarias: el grado de viscosidad y el tipo de aceite hidráulico. Estas especificaciones son establecidas principalmente tomando en cuenta la bomba del sistema, la temperatura de operación y la presión de operación en el sistema.

Debido a que no se obtuvo ninguna ficha técnica donde se especificara las características del lubricante que usa el equipo se trató de obtener la información correcta mediante consultas en internet, en las diferentes casas comerciales y con personas especialistas en la materia.

El lubricante que utiliza este equipo es aceite hidráulico ya sea SAE10W o ISO68. El grado de viscosidad es la característica más importante debido a las condiciones de trabajo que está sometida esta grúa hidráulica.

Se compró aceite hidráulico ISO 68 debido a que presenta un grado de viscosidad óptimo para el funcionamiento del sistema.

La cantidad de lubricante con la cual opera el sistema hidráulico se calculó de la siguiente manera:

Como el lubricante es líquido entonces se trabajó en función a área y volumen. El área donde está ubicado el líquido es el tanque, la tubería, la válvula y el cilindro hidráulico.

AREA DE LA TUBERIA	
	3.1416
r^2	0.0625 cm
longitud	30 cm
Volumen total	5.89 cm ³

AREA DE LA VALVULA	
	3.1416
r^2	0.0625 cm
longitud	19.2 cm
Volumen total	3.76 cm ³

AREA DEL CILINDRO HIDRAULICO	
	3.1416
r^2	9.92 cm
longitud	46.9 cm
Volumen total	1,461.62cm ³

AREA DE LA BOMBA	
	3.1416
r^2	10.49 cm
longitud	7 cm
Volumen total	230.68 cm ³

Volumen del sistema: *(volumen de la tubería + volumen de la válvula + volumen del cilindro + volumen de la bomba) x margen de seguridad.*

Volumen del sistema: (5.89cm³ + 3.76cm³ + 1,461.62cm³ + 230.68cm³) x 1.2

Volumen del sistema: 2,042.34 cm³

1 centímetro cubico es igual a 0.001 litro.

2,042.34 cm³ = 2.04234 litros (capacidad mínima de volumen del sistema hidráulico)



Fig. 6.36 Llenado del sistema con Aceite hidráulico ISO 68.

6.3.1.3 Cilindro hidráulico.

Este mecanismo es el principal en el sistema hidráulico, por lo que el correcto mantenimiento es de relevante importancia.

Posee elementos tales como: pistón, vástago, cabezal y válvula principal. Todos estos se encuentran dentro del cilindro por lo que se desmontaron para lograr el efectivo mantenimiento. Al momento de la extracción del vástago se realizó con mucho cuidado para evitar ralladuras o golpes.

Una vez desmontados y ubicados en los bancos de ensayo se hicieron las siguientes etapas.

- Limpieza total:

Esta etapa se realizó en el cilindro hidráulico y en el cabezal tanto por fuera como por dentro. Estos tienen rosca por lo que se limpiaron con un cepillo de alambre todos los hilos.



Fig. 6.37 Limpieza del cabezal con cepillo de alambre.

Se aplicó desengrasante con pistola a alta presión para remover grasa, tierra, polvo. Luego se lavó con detergente y agua para remover el líquido desengrasante. Por último, se secó con un trapo limpio.



Fig. 6.38 Secado del cilindro hidráulico.

El pistón se encontraba un poco oxidado por lo que se pulió con papel abrasivo No. 2000.



Fig. 6.39 Pulida del pistón en el torno.



Fig. 6.40 Pistón pulido con lija No. 2000.

- Restauración total de la pintura:

Debido a que el cilindro se encontraba con diferentes capas de pintura inicialmente se aplicó removedor de pintura. Se pulió toda la superficie del cilindro hidráulico y el cabezal para remover las diferentes capas de pintura. Este proceso se realizó con una pulidora y papel abrasivo número 100.

Una vez que el cilindro se encontraba sin pintura se procedió a preparar la superficie con diluyente liquido (thinner) para luego proceder al pintado. Este último proceso se utilizó un compresor, una pistola para pintar, pintura de aceite anticorrosiva fast dry color negro mate y todos los equipos de protección personal aplicando dos manos de pintado.



Fig. 6.41 Cilindro hidráulico con pintura restaurada.

- Reemplazo de empaquetadura (o-rings y sellos).

El cilindro hidráulico tiene 4 sellos tipo “V-Packing”, o-rings y una guía antifricción el cual es parte del vástago, este a la vez está dentro del cilindro hidráulico.

Estos tres elementos fueron reemplazados ya que se encontraban averiados según el diagnóstico.

Los sellos tipo v-packing son de material goma de nitrilo, resiste alta presión (35 mPa) trabaja con temperaturas desde los -40° C. hasta los 120° C.



Fig. 6.42 Sellos v-packing nuevos.

Los o-rings son de material fluorocarbón (Vitón), dureza grado 70, resistente a altas temperaturas 220° C.



Fig. 6.43 o-rings nuevos para el cabezal (parte inferior).



Fig. 6.44 o-rings nuevos en la válvula principal.



Fig. 6.45 Guía antifricción para el pistón.

- Manufactura de espaciador para el vástago.

Cuando se desmontó el vástago del cilindro se observa que, en el último mantenimiento aplicado, colocaron un espaciador de material latón (Ver Fig. 5.18). Por esta razón se procedió a manufacturar un espaciador que no permitiera un juego entre la arandela y el pistón.

El material que se ocupó para la elaboración de este se llama Ertalón. Tiene características como la de: alta resistencia a impactos fuertes, resistencia a temperaturas mayores a 100 grados centígrados, fácil proceso de maquinación, bajo valor económico.

Las medidas para el espaciador eran:

Diámetro interior = 39 mm

Diámetro exterior = 57 mm

Longitud = 94.5 mm

El maquinado se llevó a cabo en el taller de máquinas-herramientas con un torno. Los métodos de manufactura que se utilizaron fueron:

1. Taladrado
2. Refrentado
3. Cilindrado



Fig. 6.46. Espaciador colocado dentro del vástago.

- Reemplazo de sujetadores.

Se cambiaron las chavetas viejas por nuevos a la medida. El material con el cual están elaborados es el acero al carbono. Estas fueron fijadas con sumo cuidado para evitar cualquier falla en ellos.



Fig. 6.47 Chavetas nuevas.

6.3.2 Mantenimiento integral del sistema mecánico.

En el capítulo número cinco se hace mención a todas las fallas que tiene el sistema mecánico. A continuación, se detallan los tratamientos aplicados a todos los componentes y elementos de este sistema.

6.3.2.1 Tren de rodaje.

El tren de rodaje es un conjunto de elementos ensamblados entre sí mediante sujetadores fijos y removibles. Unos se encontraban soldados y a otros se le colocaron puntos de soldadura para poder encontrar una manera de desmontar el elemento.

Los rodamientos de carga axial de las patentes traseras se encontraban en buen estado solo se le aplicó mantenimiento preventivo (limpieza y lubricación).

Los rodamientos de radial se encontraban en buen estado solo se le aplicó mantenimiento preventivo (limpieza y lubricación). Es importante recalcar que los rodamientos de carga axial tienen una configuración única por lo que, aparte de estar en buen estado, se tomó la decisión de no reemplazarlos.

- Limpieza total:

Esta etapa se realizó en las patentes de la rueda, las ruedas, rodamientos y el timón.

Se aplicó desengrasante con pistola a alta presión para remover grasa, tierra, polvo. Luego se lavó con detergente y agua para remover el líquido desengrasante. Por último, se dejó reposar con líquido diésel aproximadamente treinta minutos para eliminar cualquier impureza restante.

- Lubricación:

Se aplicó lubricante semi-sólido (grasa) a los rodamientos axiales y a todo aquel elemento facilitaba la lubricación de forma manual.



Fig. 6.48 Lubricación con grasa sólida a los rodamientos axiales

En cuanto a las “chichas de engrase” se lubricó mediante con una engrasadora (manual) a presión.

- Restauración total de la pintura:

Inicialmente se aplicó removedor de pintura, se pulió todas las superficies de las ruedas, patentes de las ruedas, timón direccional, barra direccional. Luego se procedió a limpiarlas con liquido diluyente (thinner). Por último, se aplicaron dos manos pintura de aceite anticorrosiva fast dry color negro mate.



Fig. 6.49 Rueda con pintura restaurada.



Fig. 6.50 Patentes de ruedas con pintura restaurada.



Fig. 6.51 Timón y barra direccional con pintura restaurada.

6.3.2.2 Bastidor en U y torre de anclaje.

El bastidor y la torre de anclaje se encuentran ensamblados, siendo estos la base de todo el equipo. Los pernos y las tuercas que acoplan esta base viene (de fábrica) con un apriete alto. Al no poseer herramientas adecuadas se tomó la decisión de no aflojarlos.

Para poder trasladar el equipo a condiciones donde permita la limpieza, se utilizó un gato hidráulico tipo lagarto, acto seguido se utilizaron unos bancos pequeños para que, de este modo, se tuviera acceso a todas las partes superiores e inferiores del bastidor.

- Limpieza total:

Se aplicó desengrasante con pistola a alta presión para remover grasa, tierra, polvo. Luego se lavó con detergente y agua para remover el líquido desengrasante.

- Restauración total de la pintura:

Inicialmente se aplicó removedor de pintura. Se pulió toda la superficie del bastidor y de la torre de anclaje para remover las diferentes capas de pintura. Se limpió con mucho cuidado toda la superficie con liquido diluyente (thinner) con el fin de eliminar suciedad. Una vez que la superficie estaba en condiciones se procedió a aplicar dos manos de pintado con pintura de aceite anticorrosiva tipo fast-dry (secado rápido) color amarillo caterpillar.



Fig. 6.52 Bastidor con pintura restaurada.

6.3.2.3 Brazos (vertical y horizontal).

- Limpieza total:

Se aplicó desengrasante con pistola a alta presión para remover grasa, tierra, polvo. Luego se lavó con detergente y agua para remover el líquido desengrasante.

- Restauración total de la pintura:

Inicialmente se aplicó removedor de pintura. Se pulió toda la superficie del brazo horizontal y brazo vertical para remover las diferentes capas de pintura. Luego se limpió con liquido diluyente (thinner). Se terminó con la aplicación de dos manos

de pintado con pintura de aceite anticorrosiva de tipo fast-dry (secado rápido) color amarillo caterpillar y negro mate.



Fig. 6.53 Brazo vertical con pintura restaurada.



Fig. 6.54 Brazo horizontal con pintura restaurada.



Fig. 6.55 Extensión brazo horizontal con pintura restaurada.

- Reemplazo de sujetadores.

Debido a que los pernos de sujeción y las chavetas pin estaban deteriorados se remplazaron en su totalidad.

6.4 Montaje final.

Habiendo culminado el mantenimiento correctivo se ensambló cada elemento en los sistemas tanto hidráulico como mecánico.

Para el sistema mecánico lo primero que se montó fue el timón direccional y el tren de rodaje al bastidor para poder colocarlo en el piso ya que estaba embancado. Una vez que el equipo estaba en el piso se ensambló el brazo vertical en la torre de anclaje.

En cuanto al sistema hidráulico primeramente se colocó el tanque en el bastidor, luego se ensambló el cilindro hidráulico en la torre de anclaje y brazo horizontal.

Todos los elementos fueron asegurados mediante los sujetadores fijos y removibles, a la vez se utilizó silicona líquida y teflón.

6.5 Puesta en funcionamiento grúa pluma hidráulica.

Con todo el equipo rehabilitado en su totalidad se procedió a ponerlo en marcha para comprobar que este estuviera ciento por ciento funcional. Sin manipular el equipo se inspeccionó visualmente para detectar fugas. No se encontró ninguna fuga de lubricante lo que comprueba que todos los empaques fueron instalados correctamente.

Las pruebas a las que la grúa pluma hidráulica estuvo sometida fueron las siguientes:

Pruebas de movimiento: Mediante el timón de dirección se movió hacia el lado derecho e izquierdo para verificar que las patentes puedan rotar. Después se trasladó la grúa a diferentes puntos dentro del taller. Estas dos acciones se realizaron sin ningún inconveniente.

Pruebas del sistema hidráulico (sin carga): Con la válvula de descarga abierta se bombeó con el fin de eliminar el aire del circuito, una vez eliminado el aire, se cierra la válvula para luego aplicar aplicó bombeo (sin carga) lentamente para ir observando el recorrido del vástago hasta llegar a la altura máxima. Se abrió la válvula de descarga para que el vástago realice el descenso. Esta prueba se realizó diez veces y no se logró observar ninguna anomalía.

Pruebas del sistema hidráulico (con carga): Se utilizó el motor Mercedes Benz Kompressor (Ver anexos). Una vez engazado el motor se procedió a bombear lentamente hasta desplazar todo el vástago. Se dejó suspendido durante tres horas. Se descargó el circuito y quedó comprobado que el sistema hidráulico este ciento por ciento funcional.

6.6 Plan de mantenimiento.

La siguiente tabla muestra la frecuencia con el cual trabaja la grúa pluma hidráulica, en base a las prácticas de laboratorio realizadas en el taller de máquinas automotrices.

Frecuencia de uso	2 veces por semana
Horas de uso	2 horas por día
Total de horas por semana	4 horas por semana
Total de horas por mes	16 horas por mes

Tabla 4. Frecuencia de trabajo de la grúa pluma hidráulica.

Con las horas establecidas se procede a realizar el plan mantenimiento para cada sistema del equipo.

El plan de mantenimiento estipula que las frecuencias de trabajo se efectuaran semanal, mensual, trimestral, semestral y anual. El correcto seguimiento de este plan garantizará que el equipo trabaje en óptimas condiciones y que prolongue su vida útil, siendo de carácter obligatorio realizar cada trabajo.

AVISO IMPORTANTE. Antes de realizar cualquier trabajo de mantenimiento favor seguir estos pasos:

- Consultar con el encargado del taller.
- Utilizar guantes, gafas, casco, ropa adecuada, agua, fajón de seguridad.
- La grúa no debe estar con ninguna carga.
- No trabaje por debajo del brazo horizontal.
- Si usted no está seguro del trabajo que realizará favor no lo haga.

6.6.1 Plan de mantenimiento preventivo

Un resumen de lo que es mantenimiento preventivo; es aquel que realiza tareas de revisión de los elementos del equipo con el fin de detectar posibles fallos, además de labores de lubricación, ajustes, limpieza, entre otros.

Se recomienda seguir este plan tal y como se deja estipulado, ya que este mismo priorizará que el equipo trabaje al ciento por ciento y que prolongue su vida útil.

A continuación, se detalla cada trabajo, así como la hoja de mantenimiento preventivo.

<p align="center">FACULTAD TECNOLOGIA DE LA INDUSTRIA CARRERA INGENIERIA MECANICA DEPARTAMENTO MECANICA APLICADA</p>									
<p align="center">HOJA DE REGISTRO Y CONTROL DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO</p>									
No:	Código del equipo:				Nombre de la actividad:			Ubicación:	
Mes	Semana				Frecuencia				Observación
	1	2	3	4	Men.	Trim.	Sem.	Anu.	
Enero									
Febrero									

Marzo									
Abril									
Mayo									
Junio									
Julio									
Agosto									
Septiembre									
Octubre									
Noviembre									
Diciembre									

--

SIMBOLOGÍA

L= Lubricación. A= Aseo. C= Cambio. IG= Inspección general.	ISH= Inspección sistema hidráulico. ISM= Inspección sistema mecánico. MPM= Mtto pequeño mensual. MMT= Mtto mediano trimestral. MGA= Mtto general anual.
--	--

Nota: Las actividades de mantenimiento se realizan solamente bajo la supervisión del encargado del taller.

Elaborado por:	Supervisado por:	Aprobado por:
Nombre: _____	_____	_____

Fecha: _____	_____	_____
---------------------	-------	-------

Tabla 5. Hoja de registro y control del mantenimiento preventivo.

- **Aseo:**

Limpiar con trapos todo el exceso de polvo. Este trabajo se puede realizar semanal independiente a los estipulado en los mantenimientos.

Lavar el equipo con desengrasante, con abundante agua y detergente todo el equipo sin desmontar el cilindro hidráulico. Este lavado eliminara el exceso de grasa, polvo y suciedad.

- **Lubricación:**

Aplicar lubricante semisólido (grasa) a todos los elementos que estén en constante rozamiento para evitar fricción, averías y a la vez que el equipo se desplace con facilidad.

Se aplica manualmente a los rodamientos y con engrasadora manual a las “chiches”.

- **Cambio:**

Se hará cambio de lubricante líquido (aceite hidráulico) cada dos años. Se reemplazarán empaquetadura (o-rings y v-packing) cada dos años. Se hará el cambio de rodamientos cada 10 años.

Cabe recalcar que estos son elementos tecnológicos vitales para el funcionamiento del equipo por lo que si presenta una falla entonces hacer el cambio a lo inmediato.

- **Inspección general:**

Realizar una inspección visual del equipo. Cerciorarse que el equipo se encuentre en su debido lugar, que no esté sometido bajo ninguna carga, que el vástago se encuentre retraído, que no haya ninguna fuga de lubricante líquido.

Esta inspección se realizará una vez por semana.

- **Inspección sistema hidráulico:**

Este trabajo consiste en poner en funcionamiento lo que es la bomba con el cilindro hidráulico para verificar si la bomba trabaja bien, si el vástago se desplaza en su totalidad, si al momento de abrir la válvula de descarga el vástago desciende paulatinamente.

- **Inspección sistema mecánico:**

Este trabajo consiste en poner en funcionamiento lo que es el tren de rodaje para verificar si se desplaza y gira con facilidad.

- **Mantenimiento pequeño mensual:**

A este mantenimiento se le denomina pequeño por que se llevan a cabo (mensualmente) trabajos primarios sin ningún grado de complejidad.

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO					
MANTENIMIENTO PEQUEÑO MENSUAL	NO:	CODIGO DEL EQUIPO:	ELABORADO POR:	REVISADO POR:	
ACTIVIDAD POR SEMANA	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	
Limpiar con trapos el exceso de polvo en todo el equipo.					
Inspeccionar generalmente el equipo para verificar que no se encuentre bajo carga y que no hayan fugas de aceite.					
Accionar la bomba sin carga en el equipo.					
Trasladar el equipo en todas las direcciones.					

Tabla 6. Plan de mantenimiento preventivo (mantenimiento pequeño mensual)

- **Mantenimiento mediano trimestral:**

Este mantenimiento se debe realizar cada tres meses llevando trabajos como el de inspeccionar el sistema hidráulico, mecánico, aseo y lubricación.

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO					
MANTENIMIENTO MEDIANO TRIMESTRAL	NO:	CODIGO DEL EQUIPO:	ELABORADO POR:	REVISADO POR:	
ACTIVIDADES POR MES	1er MES	2do MES	3er MES		
Limpiar con trapos el exceso de polvo en todo el equipo.					
Inspeccionar generalmente el equipo para verificar que no se encuentre bajo carga y que no hayan fugas de aceite.					

Accionar la bomba con carga en el equipo.			
Trasladar el equipo con carga en el guinche en todas las direcciones.			
Lubricar con grasa todos los puntos de engrase.			

Tabla 7. Plan de mantenimiento preventivo (mantenimiento mediano trimestral)

- **Mantenimiento general anual:**

Se llevará a cabo cada año teniendo en cuenta las secuencias de los mantenimientos previos.

En esta etapa se realizarán todos los trabajos: aseo, inspección general, inspección del sistema hidráulico, mecánico, lubricación y cambio.

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO												
MANTENIMIENTO GENERAL ANUAL	NO:	CODIGO DEL EQUIPO:					ELABORADO POR:			REVISADO POR:		FECHA:
ACTIVIDADES POR MES	1er MES	2do MES	3er MES	4to MES	5to MES	6to MES	7mo MES	8vo MES	9no MES	10mo MES	11vo MES	12vo MES
Limpiar con trapos el exceso de polvo en todo el equipo.												
Inspeccionar generalmente el equipo para verificar que no se encuentre bajo carga y que no hayan fugas de aceite.												
Accionar la bomba con carga en el equipo.												
Trasladar el equipo con carga en el guinche en todas las direcciones.												

Lubricar con grasa todos los puntos de engrase.												
Cambiar el aceite hidráulico cada dos años												X2
Cambiar los sellos v-packing cada dos años												X2
Cambiar o-rings cada dos años												X2
Cambiar chavetas de seguridades (pin y externa) cada dos años												X2
Cambiar la guía anti fricción del pistón cada dos años												X2
Cambiar los rodamientos (axial y radial) cada 5 años												X5
Realizar lavado completo del equipo												

Tabla 7. Plan de mantenimiento preventivo (mantenimiento anual general)

Los repuestos de los elementos tecnológicos, así como las herramientas para realizar las actividades de mantenimiento preventivo están anteriormente detalladas en la [tabla.1\(Repuestos de la grúa pluma hidráulica\)](#) y [tabla 2 \(Maquinas, herramientas, instrumentos de medición, repuestos y consumibles necesarios para el mantenimiento correctivo\)](#)

6.7 Guía de posibles problemas y soluciones.

Se prevé que, siguiendo paso a paso el plan de mantenimiento propuesto pocas serían las averías que presente el equipo por lo que se presentará una tabla con posibles problemas, averías y soluciones para evitar el mantenimiento integral.

PROBLEMA	AVERÍA	SOLUCIÓN
1- El vástago no avanza.	-Acopladores mal ajustados.	Con el brazo horizontal completamente retraído cerciore que entre la salida de la bomba y la tubería, el cilindro y la tubería, estén bien conectados
	-Suciedad en la bomba.	Limpie la bomba con queroseno o diésel
	-Aire en el circuito hidráulico.	Con la válvula de descarga abierta, coloque la bomba boca abajo y bombear varias veces hasta que salga el aire
	-Suciedad en las válvulas.	Limpie las válvulas con queroseno o diésel
El vástago sube a golpes.	-Pistón deformado.	Consultar con el encargado del taller
El vástago solo recorre parte de la carrera.	-Bajo nivel de aceite en el tanque hidráulico.	Llenar con aceite hidráulico el tanque.
	-Aire en el circuito hidráulico.	Con la válvula de descarga abierta, coloque la bomba boca abajo y bombear varias veces hasta que salga el aire
El vástago se desplaza muy lentamente.	-Aire en el circuito hidráulico.	Con la válvula de descarga abierta, coloque la bomba boca abajo y bombear varias veces hasta que salga el aire
	-vástago deformado.	Consultar con el encargado del taller
4- El Émbolo se desplaza muy lentamente.	-Aire en el circuito hidráulico.	Con la válvula de descarga abierta, coloque la bomba boca abajo y bombear varias veces hasta que salga el aire

	-Suciedad en las válvulas.	Limpie las válvulas con queroseno o diésel
	- Asiento de válvula dañado.	Consultar con el encargado del taller
	-Conexiones mal ajustadas.	Con el brazo horizontal completamente retraído cerciore que entre la salida de la bomba y la tubería, el cilindro y la tubería, estén bien conectados
5- Pérdida de recorrido bajo carga.	-Aire en el circuito hidráulico.	Con la válvula de descarga abierta, coloque la bomba boca abajo y bombear varias veces hasta que salga el aire
	- Suciedad en las válvulas.	Limpie las válvulas con queroseno o diésel
	- Asiento de válvula dañado.	Consultar con el encargado del taller
	-Empaquetadura dañada (se observa perdida de aceite)	Consultar con el encargado del taller
6- Fugas de aceite.	-Conexiones mal ajustadas.	Con el brazo horizontal completamente retraído cerciore que entre la salida de la bomba y la tubería, el cilindro y la tubería, estén bien conectados
	-Empaquetadura dañada (se observa perdida de aceite)	Consultar con el encargado del taller
7- El Émbolo no retrocede o lo hace muy lento.	- Válvula de descarga dañada.	-Abra la válvula de descarga.
	- Suciedad en las válvulas.	Limpie las válvulas con queroseno o diésel
	- Exceso de aceite en el depósito de la bomba.	Retirar la tapa, sacar el aceite sobrante.

	- Asiento de válvula dañado.	Consultar con el encargado del taller

Tabla 8. Guía de posibles problemas y soluciones.

6.8 Ficha técnica

Debido a que el equipo no contaba con ningún dato o información, se elaboró la ficha técnica.

En la ficha técnica el dato más relevante es la capacidad de carga. En otras palabras, cuanta es la fuerza con la que el cilindro hidráulico es capaz de elevar y soportar.

El sistema hidráulico se trasladó a un taller donde determinaron la capacidad de carga (ver anexos B. Fig. IX y Fig. X)

Se determinó que la capacidad de carga de la grúa pluma hidráulica es de 12 TN (12, 000 KG) (ver anexos A. factura No. V)

TARJETA MAESTRA DEL EQUIPO.			
EQUIPO	Grúa pluma hidráulica	UBICACIÓN	Taller Automotriz
FABRICANTE	Gran Bretaña		
MODELO		CÓDIGO DE INVENTARIO	
MARCA	Gran Bretaña		
Características Generales.			
PESO	1 ton	DIMENSIONES	1.14m x 1.75 m
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.		FOTO DEL EQUIPO.	
<p> Capacidad: 12 Toneladas Aceite: ISO 68 Altura máx: 2.05 metros Altura mín: 1 metro Color: Amarillo/Negro </p>			

Tabla 9. Tarjeta maestra del equipo.

6.9 Hoja de vida.

Este formato es de suma importancia, ya que mediante este se obtiene un control de las actividades realizadas en este equipo.

Cabe recalcar que una vez plasmada la información en dicho formato, se podrán tomar decisiones factibles para la prolongación de la vida útil.

VII. CALCULOS ECONOMICOS

Este informe hace alusión al costo económico total de la rehabilitación de la grúa pluma hidráulica.

La siguiente tabla de presupuesto se obtuvo mediante las cotizaciones realizadas en las diferentes casas comerciales de equipos hidráulicos. (ver anexos A. cotización No. I, cotización No. II, cotización No. III, cotización No. IV.)

Presupuesto estimado para la rehabilitación del equipo	
Repuestos	3,822.87
Consumibles	5,698.78
Sub-total	9521.65
Margen de seguridad	1500
Total	11,021.65

Tabla 11. Presupuesto estimado para la rehabilitación de la grúa pluma hidráulica.

En la siguiente tabla se detalla el presupuesto utilizado para la rehabilitación total de la grúa pluma hidráulica.

Presupuesto total de la rehabilitación del equipo	
Repuestos	1,992.80

Consumibles	3,447.26
Total	5,440.06

Tabla 10. Presupuesto total de la rehabilitación de la grúa pluma hidráulica.

Se debe hacer un análisis es para saber si el valor económico de la restauración es factible en cuanto al presupuesto cotizado y a la compra de un equipo nuevo.

El equipo se logró restaurar con el monto de **C\$ 5,440.06**, esto representa un **49.35 %** menos del presupuesto inicial cotizado (**C\$ 11,021.65**).

Debido a que en el mercado no existe ningún equipo similar a su capacidad de carga se cotizo uno que tuviera características similares. La casa comercial que ofrece una grúa pluma hidráulica con capacidad alta para cargar es “La casa del Perno, S.A”

SISTEMAS DE SEGURIDAD BUHLER, S.A.
EDIFICIO BUHLER AUTOMOTRIZ, BOLOÑA
 Numero RUC: J0310000063451
 Telefono: 2222-8833, 2222-5025, 2222-3896

P R O F O R M A

No.22073

Cliente: UNI	Moneda: Cordobas
Direccion:	Fecha: 22/10/2018
Telefono:	

Codigo	DESCRIPCION	CANT	Precio Unit	Total
CRV20	GRUA 2000KG (MEGA) ,Codigo SAC: 84269900000	1	43,660.00	43,660.00
Sub Total				43,660.00
IVA				6,549.00
Total				50,209.00

cincuenta Mil Doscientos - Cordobas

OBSERVACIONES

Vendedor	RUBEN CORTEZ
Correo	cortezisaac1907@gmail.com
Validez	21/11/2018
Telefono:	8164-4009 / 2222-5025

Esperando que la presente Proforma sea de su agrado, aprovechamos la Ocasión para saludarle y agradecer su preferencia.

 Elaborada Por:

 Recibi Conforme (Cliente)

Fig. 6.54 Proforma grúa pluma hidráulica de 2000 kg.

Como bien se puede observar el valor del equipo nuevo (**C\$ 50,000.00**) es mucho mayor que el valor de la rehabilitación de este equipo, por lo que, se recuperó el equipo con solamente un **10 %** en cuanto al valor del equipo nuevo.

VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Conclusiones:

- ✓ Se realizó un diagnostico exhaustivo de la grúa pluma hidráulica, de los sistemas que la conforman y todos los elementos tecnológicos para conocer a detalle cuáles eran las fallas y así proceder al mantenimiento integral.
- ✓ Se restauran el noventa por ciento de los elementos tecnológicos y solamente el diez por ciento se reemplazaron.
- ✓ Se logra la total rehabilitación del equipo sin la necesidad de ser trasladado a una empresa especialista; todo el trabajo se hizo dentro del recinto.
- ✓ Se elabora un plan de mantenimiento preventivo, guía de manejo, tabla de posibles fallos con las soluciones y planos del equipo.
- ✓ Se restaura el equipo con una inversión de **C\$5,440.06** Comparado con el equipo que se cotizó (**C\$50,000.00.**) por lo que se logra recuperar el equipo con tan solo el **10 %** en cuanto al equipo cotizado.
- ✓ Se elaboraron los planos de la grúa pluma hidráulica.

Recomendaciones:

- ✓ Para utilizar la grúa pluma hidráulica siempre consultar previamente al encargado.
- ✓ Cumplir con todas las indicaciones de manejo.
- ✓ Llevar a cabo el plan de mantenimiento preventivo propuesto.

IX. BIBLIOGRAFÍAS.

- Página web de consulta: <https://scholar.google.es/> *Definición grúa pluma*, Fecha de consulta: 02 agosto 2018. Disponible: <http://www.revolucionesindustriales.com/maquinasindustriales/gruas-pluma>
- *Bombas hidráulicas, instalación y reparación*, Sáenz de E. José M. 1966. Fecha de consulta: 05 agosto 2018.
- *ABC de los circuitos hidráulicos*. Stewart, Harry; Storer, Jhon Mexico 1979 Pagina 196. Fecha de consulta: 10 agosto 2018.
- *Hidráulica básica* Simón Andrew 1ra edición Mexico 1983 pagina 234. Fecha de consulta: 15 agosto 2018.
- Página web de consulta: <https://scholar.google.es/> *Clasificación de las grúas*, Fecha de consulta: 20 agosto 2018. Disponible: <http://sertechgruas.com/acerca-de/clasificacion-de-gruas/>
- *Diseño de elementos de máquinas*; Robert L Mott, Cuarta edición, Editorial Pearson, Cap. 14-2, Pág. 601. Fecha de consulta: 21 Julio 2018
- *Diseño de elementos de máquinas*; Robert L Mott, Cuarta edición, Editorial Pearson, Cap. 14-3, Pág. 604. Fecha de consulta: 27 Julio 2018
- *Diseño de elementos de máquinas de Shigley*; Richard G. Budynas y J. Fecha de consulta: 30 Julio 2018.
- Página web de consulta: YouTube [Aceros y Sistemas Hidráulicos De México](#) , *Partes de un cilindro hidráulico*, Fecha de consulta: 02 agosto 2018. Disponible: <https://www.youtube.com/watch?v=bHtLo1A6SI8>
- Página web de consulta; YouTube [TALLER MULTIMEDIA](#), *Armar un cilindro hidráulico en reparación*. Fecha de consulta: 02 agosto 2018., Disponible: <https://www.youtube.com/watch?v=luaqsEKFBms>
- Página web de consulta; YouTube [Aceros y Sistemas Hidráulicos De México](#), *Tipos de sellos hidráulicos*, Fecha de consulta: 02 agosto 2018., Disponible: <https://www.youtube.com/watch?v=gM98FDWtsDg&t=190s>

- Página web de consulta; YouTube [Aceros y Sistemas Hidráulicos De México](#), *Calcular la fuerza de un cilindro hidráulico*, Fecha de consulta: 08 agosto 2018., Disponible: https://www.youtube.com/watch?v=5MXmd_9AoIY&t=83s
- *Manual del mantenimiento integral en la empresa*. Rey, Francisco Madrid: Fundación Confemetal, 2001.
- *Teoría y práctica del mantenimiento industrial avanzado*. González, Francisco Javier Madrid: Fundación Confemetal, 2003.
- *Gestión del mantenimiento industrial*. Kelly, A Madrid: Fundación Repsol, 1998.
- Página web de consulta; <https://scholar.google.es/> *Electro hidráulica*, Fecha de consulta: 08 agosto 2018., Disponible: <https://ing-orlandophilco.jimdo.com/electro-hidr%C3%A1ulica/>
- *Mecánica de Fluidos 6ta edición*. Robert L. Mott.
- Página web de consulta; <https://scholar.google.es/> *Sistemas hidráulicos de transmisión de potencia*, Fecha de consulta: 08 agosto 2018., Disponible: <https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn212.html>

VII. ANEXOS.

ANEXOS A. COTIZACIONES, FACTURAS



SEALNIC, S.A.

Teléfonos: (505) 2250-2059 • 2250-2060 • Telefax: (505) 2266-3989

Estatua Monseñor Lezcano 1 cuadra al sur

RUC # J0310000014230

E-mail: info@sealnic.com.ni / ventasdespacho@sealnic.com.ni

www.sealnic.com.ni

Managua, Nicaragua

ESPECIALISTAS EN SELLADO DE FLUIDOS • AISLAMIENTOS TÉRMICOS
ACOPLES MECÁNICOS • OLEOHIDRÁULICA

PROFORMA No.27215

Cliente: UNI Fecha: 12/10/18

Atención: _____

Teléfono: _____ E-mail: _____

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
2 pre	Bellamorde 1/64 x 1m ancho	\$ 150.00	\$ 300.00
1 und	Sello OHS8015 SKF	\$ 400.00	\$ 400.00
4 und	Oring 3 7/4 x 3/32"	\$ 60.00	\$ 240.00
2 und	Gura antifraccion 1"x2 1/2"x1/8"	\$ 200.00	\$ 400.00
2 und	Oring 4x20	\$ 60.00	\$ 120.00
1 und	Vcepacking 2 1/4"x3"x1"	\$ 800.00	\$ 800.00
OBSERVACIONES: _____		SUB-TOTAL	\$ 2260.00
Solo OK Certificado		I.V.A.	\$ 334.00
		TOTAL	\$ 2594.00

CONDICIONES

Validez de la oferta: 3 días

Forma de pago: Contado

Lugar de entrega: SEALNIC, S.A.

Tiempo de entrega: inmediata.

E. Ch.
ASESOR TÉCNICO

SISTEMAS DE SEGURIDAD BUHLER, S.A.

EDIFICIO BUHLER AUTOMOTRIZ, BOLONIA

Numero RUC: J0310000063451

Telefono: 2222-6833, 2222-5025, 2222-3896

PROFORMA

No.22074

Cliente: UNI	Moneda Cordobas
Direccion:	Fecha 22/10/2018
Telefono:	

Codigo	DESCRIPCION	CANT	Precio Unit	Total
LE6520	ACEITE PARA HERRAMIENTA HIDRAULICO (LITRO)	1	846.00	846.00
Sub Total				846.00
IVA				126.90
Total				972.90

Novecientos setenta y dos Cordobas con 90 Centavos

OBSERVACIONES

	Vendedor	RUBEN CORTEZ
	Correo	cortezisaac1907@gmail.com
	Validez	21/11/2018
	Telefono:	8164-4009 / 2222-5025

Esperando que la presente Proforma sea de su agrado, aprovechamos la Ocasión para saludarle y agradecer su preferencia.

Elaborada Por:

Recibi Conforme (Cliente)

1 FERRETERIA JENNY CENTRAL

TODO EN FERRETERIA
MATERIALES DE CONSTRUCCION

PROFORMA

RUC J0310000002550

Fecha : 12/10/2018

Código : 00000

Cliente : UNI

Ruc :

Dir :

Observ :

0000944665

Vendedor : Luis Morales



Item	Código	Descripción	UdeM	Cant	Precio	%Desc	Subt/Desccto
1	012140354	PINTURA ESMALTE FAST DRY AMARILLO 1/4 GLN 5006 MODELO -	1/4G	1	219.4911	0.00	219.49
2	012140013	PINTURA ESMALTE FAST DRY NEGRO 1/4 GLN 10001 MODELO -	1/4G	1	247.6576	0.00	247.66
3	012170145	BASE AUTOMOTRIZ PRIMER CONVER GRIS 1/4 GLN 12100-720 SUR -	1/4G	1	257.0221	0.00	257.02
4	012050360	THINNER ACRILICO GLN 480-900 SUR - 3814.00.10.00.00	Gln	1	314.3213	0.00	314.32
5	014060173	TEFLON 1" X 10 MTS M01031 PROFER - 3920.99.00.00.00	C/u	5	10.0508	0.00	50.25
6	012170150	REMOVEDOR DE PINTURA DIABLO GLN 309-900 SUR -	Gln	2	1,071.9408	0.00	2,143.88
7	012050022	DESODORANTE/ DESENGRASANTE GLN 305-900 SUR - 3824.99.91.00.00	Gln	2	436.3717	0.00	872.74
8	015070420	CEPILLO DIALAMBRE COPA ONDULADA 4" TC1273 TOOLCRAFT -	C/u	1	136.9013	0.00	136.90
9	015160295	DISCO ZIRCONIO FLAP GRANO 80 4 1/2 X 7/8 XTREME NORTON -	C/u	1	124.2000	0.00	124.20
10	016070976	LIJA DE AGUA GRANO 2000 DAW52000S DEWALT -	C/u	5	24.1502	0.00	120.75
11	016070962	LIJA DE AGUA GRANO 100 DAW40100S DEWALT -	C/u	5	15.0936	0.00	75.47
12	015070293	CEPILLO DE ALAMBRE C/ MANGO MADERA 21-112 STANLEY - 9603.90.90.00.00	C/u	1	67.0399	0.00	67.04
13	012090066	BROCHA SERIE 500 CERDA NEGRA 4" A00687 PERFECT - 9603.40.00.00.00	C/u	1	61.9915	0.00	61.99
14	012090067	BROCHA SERIE 500 CERDA NEGRA 5" A00688 PERFECT -	C/u	1	80.7058	0.00	80.71
15	016140160	ANTEOJO DESEGURIDAD NUVO CLARO TC1798 TOOLCRAFT - 9004.90.10.00.00	C/u	1	55.9579	0.00	55.96
16	016140173	GUANTE DICUERO MIC GID 111 E G. VARGAS - 4203.29.10.00.00	Par	1	127.0727	0.00	127.07

ELABORAR CHEQUE A NOMBRE DE : "FERRETERIA JENNY S A"

SOMOS EXENTOS DEL 1% y 2%

ENTRADA DEL HOSPITAL DEL NIÑO LA MASCOTA 75 VRS. ARRIBA

TEL: 2490783 / 2490789 - 2530822 - 2482880 - 2400548 - 2530817 FAX # 2531503

NOTA : ESTOS PRECIOS PUEDEN VARIAR EN CUALQUIER MOMENTO SIN PREVIO AVISO

Subtotal - Desccto C\$: 4,955.46
Impuesto C\$: 743.32
Total Neto C\$: 5,698.78



RUC J0310000151059

Casa Matriz
 P. Frente a ENEL, Barrio Managua
 T: 2249-2615 Fax: 2249-2052

Sucursal Calle 27 de Mayo
 P. Calle Cabrera 2-1/2 c. Abajo
 T: 2222-3461

Sucursal Mayoreo
 P. Sembradora Mayoreo 90mts. Al Sur
 T: 2252-1266

Sucursal Chinandega
 P. Contado Oeste Iglesia Gratekabe
 T: 2240-2168

Sucursal Altamira
 P. Sra. Corónica 10 c. al lado
 T: 2270-0729

Sucursal León
 P. Pali la colación 15 mts al Norte
 T: 2211-4339

www.casadelperno.net SKIL GEARWRENCH BOSTITCH STANLEY BOSCH @casadelperno.net

Cliente: 00000 UNI
 RUC:

Teléfono: e-mail:
 Atención a:

FECHA: 11/1/2019 46-6363

Cualquier duda que tenga, sírvase en llamar a:

Karol Ruiz
 Tel: 2249-3615
 Celular: 8456-5915 (M)
 Correo: krui2@casadelperno.net

Página 1 de 1

Vendedor		Forma Pago	Bodega	Exento	Código de Exoneración	Todos los Montos están en Córdobas		
Karol Ruiz		CONTADO	BC	No				
Cantidad	Código	Descripción			Precio	Descuento	Total	Ex
1 4.00	PIN-08-064	5/32 x 1" Chaveta, 731824000000 Liquidación			0.3500			1.40
2 4.00	PIN-08-192	5/32 x 3" Chaveta, 731824000000			6.6500			26.60
3 4.00	PIN-10-064	3/16 x 1" Chaveta, 731824000000			2.1900			8.76
4 4.00	PIN-10-144	3/16 x 2-1/4" Chaveta, 731824000000			4.9900			19.96
5 4.00	PIN-16-096	1/4 x 1-1/2" Chaveta de Acero, 731824000000			7.9300			31.72
6 4.00	PINE-25	#25 Chaveta Seg. Externa, 731824000000			16.5900			66.36
7 4.00	PINI-30	#30 Chaveta de Segur. Interna, 731824000000			15.8600			63.44
***** ULTIMA LINEA *****								

ESTA OFERTA ES VÁLIDA HASTA EL DÍA SABADO, 26 ENERO 2019
 COTIZACIÓN SUJETA A STOCK

Recibido Por Gerencia General
 Favor emitir cheque a nombre de LA CASA DEL PERNO, S.A.
 Solo Aceptamos Cheques Certificados

Esta Cotización tiene vigencia de 30 días. Hasta el 10/2/2019
 ¡Gracias por Elegirnos!

Impreso: 11/1/2019 10:08:11

Total Venta	C\$	218.24
Descuento	C\$	0.00
SUB TOTAL EXE	C\$	0.00
SUB TOTAL	C\$	218.24
I.V.A.	C\$	32.73
	C\$	0.00
TOTAL:	C\$	250.97
		CÓRDOBAS

Cotización Creada: 11/1/2019 10:08:02 y Registrada por: KRUIZ



SEALNIC, S. A.
 SELLOS Y EMPAQUETADURAS INDUSTRIALES DE NICARAGUA, S.A.
 Tels.: (505) 2250-2060 • 2250-2059 • 2250-0417 • Cel.: 8768-1800 • 8887-6572
 RUC # J0310000014230 Estafeta Monseñor Lezcano 1 cuadra al sur
 info@sealnic.com.ni / ventasdespacho@sealnic.com.ni / www.sealnic.com.ni

FACTURA
SERIE "A"
 No. **0236792**

CS ☒ CONTADO

UE ☐ CREDITO

DIA	MES	AÑO
22	11	18

VENDEDOR A: **UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

ORDEN DE COMPRA No. **JB**

PLAZO: **CONTADO**

VENDEDOR: **001-OSCAR PACHECO GOMEZ**

CUENTA No. **999999**

CODIGO	CANT.	UND.	DESCRIPCION	P. UNITARIO	TOTAL
	1		EL SISTEMA COMPUESTO POR: TANQUE. BOMBA, TUBERIA Y CILINDRO HIDRAULICO. TIENE LA CAPACIDAD DE CARGA DE 12000 KG.		1000.00

No. Cédula y/o No. Ruc:

NOTA:
Se aplicará 3% de recargo mensual en esta factura después de su vencimiento según plazo indicado.

RECIBIDO CONFORME

IDENTIFICACION

SUB-TOTAL

L.V.A.

TOTAL

CLIENTE

1000.00

150.00

1150.00

ANEXOS B. FOTOS



Grúa pluma hidráulica antes de la rehabilitación.



Cilindro hidráulico con exceso de suciedad.



Etapas de pulido de los elementos.



Sistema hidráulico en casa comercial sometido a pruebas.



Sistema hidráulico en casa comercial sometido a pruebas.



Maquinado espaciador de vástago (toma de medidas).



Maquinado espaciador de vástago (proceso refrentado).



Maquinado espaciador de vástago (taladrado).



Grúa hidráulica sometida a prueba inicial.



Grúa hidráulica sometida a prueba final.



Maquinado de llave tipo C para el cilindro hidráulico.



Prueba de la llave tipo C en el cilindro hidráulico.

ANEXOS C. PLANOS.



Sistema
hidraulico.PDF



grua mono.PDF



Extencion brazo
horizontal.PDF



Diagrama de
posicion extension m



Diagrama de
posicion extension int



Diagrama de
posicion extension m



Brazo vertical.PDF



Brazo horizontal.PDF



Botella hidraulica.PDF



Bastidor.PDF